



仪器仪表工人
技术培训教材

仪器仪表机械
装校工艺学

上册

机械工业部仪器仪表工业局统编

本书是按《仪器仪表机械装校工艺学》的初级班教学计划和教学大纲编写的。内容共分六章：仪器仪表零件加工方法、装配钳工、文明生产与零件保护、常用溶剂和胶接剂、装配基本知识、常用联接及机构装配等。着重讲述装配钳工工作中常用的钳工技术、装配的组织形式及其程序和方法。对常见的联结和典型机构的装配工艺作了具体讲解。

本书由上海分析仪器厂主编。参加编写的有杨毓宽、魏建新、高占清等同志；参加审稿的有陆章超、张尧海、王好学、宋金发等同志。

本书可供仪器仪表行业中的装配钳工作为初级班技术培训教材。

仪器仪表机械装校工艺学

(上册)

机械工业部仪器仪表工业局统编

*

机械工业出版社出版 (北京阜成门外百万庄南街一号)

(北京市书刊出版业营业许可证出字第 117 号)

机械工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本 $787 \times 1092 \frac{1}{32}$ 印张 $10\frac{1}{4}$ · 字数 223 千字

1984年9月北京第一版·1984年9月北京第一次印刷

印数 0,001—9,400 · 定价 0.87元

*

统一书号：15033·5612

前 言

贯彻中共中央、国务院《关于加强职工教育工作的决定》，对广大工人进行系统的技术培训，是智力开发的一件大事，是一项战略性的任务。有计划地开展这项工作，教材是关键。有了教材才能统一教学内容；才能逐步建立起正规的工人技术教育体系，提高工人的技术素质，以适应四化建设的需要。为此，我们在全中国仪器仪表行业有关的重点企业中，组织了有长期从事技术、教育工作经验的工程技术人员和教师，编写了这套仪器仪表专业工种的初级、中级工人技术培训教材，共七大类四十六本。

这套教材编写的依据是原国家仪器仪表工业总局一九八一年颁发的《工人技术理论教学计划、教学大纲（仪器仪表专业工种初、中级部分）》。学员学完初级技术理论教学计划规定的课程，可系统地达到部颁《工人技术等级标准》中本工种三级以下的“应知”要求；学完中级技术理论教学计划规定的课程，可系统地达到本工种六级以下的“应知”要求。在教材编写过程中，注意了工人培训和仪器仪表行业的特点，力求做到既要理论联系实际，学而致用，又要有适当的理论深度；既要少而精，又要注意知识的科学性、系统性、完整性；既要缩短培训周期，又要循序渐进。考虑到工种工艺学的特殊性，避免不必要的重复，对工种工艺学初级、中级教材采用合一册或上、下册的形式。通过教学计划和大纲，体现初级、中级培训的阶段性和连续性。

IV

这套教材的出版，得到了北京、天津、上海、江苏等省市仪表局、机械厅和有关企业、学校、研究单位的大力支持，在此特致以衷心的感谢。

由于时间仓促，加上编写经验不足，教材中难免存在缺点和错误，我们恳切地希望同志们在使用中提出批评和指正，以便进一步修订。

机械工业部仪器仪表工业局工人技术培训教材编审领导小组

一九八二年十二月

目 录

前言

绪论	1
第一章 仪器零件的加工方法 (简介)	6
1-1 概述	6
1-2 少无切屑加工	6
一、少无切屑加工的特点	6
二、少无切屑加工的几种方法	7
1-3 有切屑加工 (切削加工)	13
一、概述	13
二、金属切削常识	13
三、切削加工的几种方式	15
1-4 小模数齿轮的加工	22
一、小模数齿轮的特点和应用	22
二、小模数齿轮的加工方法	22
复习题	26
第二章 装配钳工	27
2-1 概述	27
一、钳工的工作内容	27
二、钳工工作场所及安全操作常识	27
2-2 划线	28
一、概述	28
二、划线工具	28
三、划线方法	29
四、划线注意事项	30
2-3 锯割	31

VI

一、锯割	31
二、锯割工具	31
三、锯割工作要领	31
四、锯割方法举例	32
2-4 钻孔、扩孔和铰孔	33
一、概述	33
二、钻孔设备	34
三、钻头	36
四、钻孔用夹具	42
五、钻孔时工件的装夹	43
六、钻孔方法	45
七、钻孔时的切削用量及冷却润滑液的选择	55
八、钻孔中的问题和安全技术	58
九、扩孔和铰孔	59
十、铰孔	62
2-5 攻丝与套丝	71
一、攻丝	72
二、套丝	84
2-6 铰削	86
一、铰刀	86
二、铰刀的选择和使用原则	88
三、铰削操作	89
四、铰削方法	93
五、铰削的质量和安全隐患事项	101
六、虎钳的使用和保养	103
2-7 刮削	103
一、概述	103
二、刮削工具	104
三、校准工具与显示剂	108

四、刮削的精度检查	110
五、刮削方法	111
六、刮削工作中可能出现的问题及其原因	112
七、刮削过程的安全	112
2-8 研磨与抛光	113
一、研磨	113
二、抛光	125
复习题	126
第三章 文明生产与零件保护	128
3-1 文明生产常识	128
一、文明生产的目的和意义	128
二、文明生产的主要内容	129
3-2 防锈知识	131
一、金属生锈概述	131
二、化学腐蚀	133
三、电化学腐蚀	134
四、金属腐蚀的危害性及防护方法	137
3-3 防霉常识	141
一、发霉的原因及其危害性	141
二、防霉措施	142
3-4 放射性射线的防护常识	144
一、概述	145
二、放射线对人体的影响	145
三、放射线的防护	147
复习题	150
第四章 常用溶剂与胶粘剂	151
4-1 常用溶剂的性能与用途	151
一、常用溶剂	151
二、常用溶剂的安全操作规程	153

4-2 胶粘剂	154
一、概述	154
二、胶粘剂的分类	154
三、胶粘剂的组成	156
四、常用胶粘剂	159
4-3 胶粘剂的粘合工艺	161
一、胶接的基本原理	161
二、金属与金属胶接	163
三、非金属材料胶接	167
四、金属与非金属材料胶接	170
五、注意事项	170
复习题	171
第五章 装配基本知识	172
5-1 装配工艺的基本概念	172
一、产品的组成	172
二、装配工艺过程	172
三、装配工艺规程	173
四、装配组织形式及车间条件	173
5-2 常见的装配工具	176
一、螺丝刀	176
二、扳手	178
三、其他	179
5-3 装配程序	180
一、装配前的准备工作	180
二、清洗工艺	182
三、装配工作	188
5-4 装配方法	192
一、完全互换装配法	193
二、不完全互换装配法	194

三、选配装配法	195
四、修配装配法	199
五、调整装配法	202
复习题	205
第六章 常用联接及机构的装配	206
6-1 可拆卸联接的装配工艺	206
一、螺纹联接的装配工艺	207
二、键联接的装配工艺	212
三、销联接的装配工艺	215
6-2 不可拆联接的装配工艺	221
一、过盈联接的装配工艺	222
二、焊接联接工艺	223
三、铆接联接的装配工艺	230
6-3 运动件的润滑	239
一、润滑的重要性	239
二、润滑剂的种类和用途	240
三、润滑剂的作用和润滑方法	242
6-4 轴与轴承的装配工艺	243
一、概述	243
二、滑动支承的装配工艺	245
三、滚动支承的装配工艺	253
6-5 传动机构的装配工艺	261
一、传动的概念	261
二、带传动机构的装配工艺	262
三、齿轮传动机构的装配工艺	266
四、其他传动机构的装配工艺	276
6-6 电磁机构的装配工艺	280
一、电磁机构的工作原理和结构形式	280
二、电磁机构的装配要点	282

X

6-7 游(张)丝的装配工艺	284
一、游(张)丝的用途和要求	284
二、游丝的装配要点	285
三、张丝的装配要点	286
6-8 指针和笔针的装配工艺	286
一、指针的装配工艺	286
二、笔针的装配工艺	288
6-9 光学元件的装配工艺	289
一、光学元件的用途和装配结构形式	289
二、光学元件的装配要点	291
6-10 密封机构的装配工艺	294
一、概述	294
二、密封件的装配要点	296
复习题	299
附录	301

绪 论

一、仪器仪表工业的发展概况及其特点

我国的仪器仪表行业在党的领导下，经过艰苦卓绝的努力奋斗，一个较为完整的仪器仪表制造工业体系已建立起来，并能大量生产各种复杂的、大型的、精密的仪器仪表了。随着生产技术和科学研究的发展，对仪器仪表的要求不断提高，这就推动了仪器仪表工业的不断发展。仪器仪表的发展又为生产技术和科学研究提供技术更加先进、质量更加优良、操作更加方便的仪器仪表，促使生产技术和科学研究更加蓬勃发展。炼油、化工、发电、冶金、医药、航空、……等工业部门已大量采用仪器仪表来自动测量、控制、记录或调节生产过程的各项参数，从而保证生产过程的工艺稳定和安全，提高生产的效率和质量。今天，仪器仪表已成为发展生产、提高产品质量、向尖端技术进军的重要手段之一。因此，仪器仪表的水平在一定程度上，可以反映出一个国家的科学技术以及工农业生产的水平。

仪器仪表产品涉及到多种学科、多种技术的综合应用，与国民经济各部门紧密结合在一起。它具有以下特点：

1. 多样性 仪器仪表已渗透到国计民生的每一部门，从最简单的家用三表（水表、电表和煤气表）到人造卫星上的各种复杂的探测和测量仪表，从小型到大型，从普通到精密，规格不一，品种繁多，体现出仪器仪表的多样性。

2. 多变性 由于新的技术、新的元件、新的材料和新的

工艺不断涌现，仪器仪表的变化也日新月异，产品更新换代的周期愈来愈短，体现了仪器仪表的多变性。

3. 知识密集性 仪器仪表是属多种学科、多种技术的综合应用，涉及到物理、化学、数学、光学、机械学、电子学以及计算机技术等等，体现出研制、生产和应用仪器仪表所需知识的密集性。

4. 复杂性 随着科学技术的蓬勃发展，仪器仪表具有的精密度愈来愈高，灵敏度也愈来愈高，在一定程度上，使仪器仪表更加复杂了。

由于仪器仪表具有上述这些特点，因此仪器仪表工业与其他工业不同，具有零件小而精密，制造和装配的技术性很高，生产管理复杂以及各种协作量大等特点。

二、仪器仪表生产的过程和组织形式

由于仪器或仪表的原理较深、零件形状小巧、复杂和精度高，装配调校难度大，管理复杂，因此从研制到成批生产的周期较长，而且过程复杂。

生产过程一般包括从原材料到仪器仪表的成品之间各个相互关联的劳动过程的总和。其中包括：计划，原材料及各种元器件的采购，运输和保管，生产的组织准备和技术准备，外协作，毛坯制造，零件的机械加工和各种处理（热处理和表面覆盖处理），零件装配成部件或产品，成品检验以及包装销售服务等。按阶段划分有计划阶段，产品试制或改型阶段，生产准备阶段，生产阶段，检验阶段以及包装销售服务阶段等。各个生产车间根据其特点有自己的生产过程。例如某一车间生产所用的原材料（半成品），可能是另一个车间的成品，而它的成品又可能是其他车间的原材料（半成品）。

组织形式取决于产品的性质、生产的方式以及企业的规

模，它应有利于组织生产，便于指挥和调度。在一般情况下，都在厂部下面设立若干职能科室、生产车间和辅助车间。有时为了便于指挥和调度，把生产过程中性质相近的归在一起成为系统，有技术系统、生产系统、质量管理体系和应用服务系统。各系统对口相应的职能科室和车间，在厂部统一协调指挥下开展工作。各系统既保持相对的独立性，又有相互联系。如技术系统既研制新的品种、引进先进的技术和工艺，又为生产系统提供各种技术文件，解决生产中出现的技术问题。质量管理体系对生产的质量进行检查和监督。生产系统根据生产计划和技术文件组织生产，同时考核技术文件的正确性。应用服务系统搞好用户服务工作并且进行质量反馈，向技术系统提供用户的意见，以便进一步改善产品的性能和质量，同时培养使用人才，推广产品的应用范围。

三、机械装配在仪器仪表生产中的地位

装配工作是产品制造过程中最为关键的一环，它包括机械装配、电气装配和整机装配（总装配）。整机装配中也有机械装配和电气装配。电气装配有另书叙述，这里不再介绍。所谓机械装配就是把图纸上设计的所有机械零件按照技术条件和工艺要求，利用装配工具或专用工夹具装配成机械部件或产品，这个过程就叫做机械装配。对于一些大、中型精密仪器仪表的生产过程中，虽然机械和电气的比重都很大，但机械装配工作在装配过程中一般都占有相当大的工作量，而且机械装配大都兼做总装配；对于小型的机械式的仪表生产，主要的装配工作就是机械装配；对于一些以电气为主的仪表生产中，还是有机械结构需要装配的。可见，机械装配在仪器仪表装配工作中是一种不可缺少的工种，并且机械装配的好与坏，会直接影响仪器仪表的质量和使用寿命。如果装配

过程中不按要求装配零件之间规定的间隙，尤其是对于做相对运动的零件间的间隙，那么仪器仪表在工作过程中可能会出现“卡”、“咬”或运动不稳定的现象；如果零部件之间或机构之间的相互位置装配不正确，那么有的因素会影响仪器或仪表的工作性能，有的因素甚至使仪器或仪表无法工作；如果装配过程中不注意清洁工作，粗枝大叶，乱敲乱打等，那么装配成的产品灵敏度和精度都要大大降低，性能变差，寿命缩短甚至是废品。合格的零件可能装不出好的产品来。但是在装配过程中，若严格按照技术条件和工艺要求，经过仔细的装配，精确的调整后，就肯定可以装配出性能良好的产品来。

随着科学技术的发展，对仪器仪表的精密度和灵敏度的要求不断提高。这往往靠设计若干调整机构进行精细调整或采用合理的装配方法来满足要求，而不是靠无限制地提高零件的机械加工精度来解决。因此机械装配在仪器仪表生产中的地位将不断提高，对整个产品的质量起着很重要的作用，必须认真做好。

四、学习本课程的目的和内容

上面已经讲过，仪器仪表工业涉及专业知识面广，且技术密集，要使其跟上国民经济的迅猛发展，并赶上或超过世界先进工业国家的水平，没有一支既具有熟练的操作技术，又具有较高技术文化水平的技术工人队伍是不行的。因此培养和造就一支庞大的合乎要求的技术工人队伍是当务之急。本课程就是为此目的而设置的。希望通过本课程上册的学习，工人能掌握机械装校的基本知识及若干典型机构的装配要领；通过下册的学习，工人可在原有实践经验的基础上，充实和提高有关装校的基本知识。本书中除包括装配工作中必

须掌握的知识外，还增添了零件加工简介、零件的特种加工简介和电镀的内容，扩大机械装配工人的知识领域面，为担任较复杂产品的装调工作打下良好的基础。

仪器仪表机械装校工艺学是仪器仪表制造工艺学的一个重要组成部分，是一门正在不断发展的学科，教学中应不断充实新的技术和新的工艺，使之更臻完善。先进的工业国家之所以是先进，有一个重要的因素，那就是工艺先进。因此需要通过学习仪器仪表机械装校工艺学及其他有关的课程作为一种入门，为掌握先进的装校工艺打好基础。

第一章 仪器零件的加工方法（简介）

1-1 概 述

任何仪器仪表都是由一系列的部件，分部件和零件组合而成的。零件是最基本的，它是由各种材料经过各种加工（如车、铣、刨、钳、……等）才得到具有一定几何形状和尺寸的。仪器零件和其他的机器零件相比，具有外廓尺寸小、形状复杂和精度要求高的特点，因此加工比较精细，而采用的设备也较为小型和精密。

零件机械加工时，按是否切出切屑，可分为少无切屑和有切屑两种。目前，在仪器仪表行业中，有切屑加工的方法所占的比重还是较大的，但是随着生产技术的发展以及加工批量的增大，少无切屑加工的方法发展得很快，其比重在不断地上升。

1-2 少无切屑加工

所谓少无切屑加工是指利用设备和模具，通过压力直接改变零件的形状和尺寸，改变过程中很少或者不产生切屑的一种加工方法。例如，目前在仪器仪表制造中，应用最普遍的冲压、压力铸造、压力注塑等加工方法就是少无切屑加工方法。

一、少无切屑加工的特点

1. 少无切屑加工方法的生产效率高，便于实现工艺的

机械化与自动化；

2. 制成的零件有足够的精度、光洁度，而且稳定；
3. 可以减少材料的消耗；
4. 可以获得具有特殊的物理性（如零件的绝缘性）和良好的机械性能。

由于少无切屑加工有以上的特点，因此，在今后仪器仪表制造工艺中不仅占有重要地位，而且也是极有发展前途的一种加工方法。

二、少无切屑加工的几种方法

1. 冷冲压 它是利用金属受负载超过其弹性极限时产生塑性变形的性能，借冲床的压力用冲模将薄板进行分离或变形的一种加工方法。厚度小于4毫米的薄钢板通常是在常温下进行的。在仪器仪表制造中，有大量的薄壁成形零件和板料零件的加工，冲压是实现这种加工的最有成效的加工方法。冷冲压有冲裁、冲孔、冲切、修光与校准、拉深、复合冲压等。

冷冲压的缺点是模具制造复杂，成本较高，冲压的零件形状受到一定的限制，如厚壁零件难以冲压。因此冲压件的形状应尽量采用简单的、对称的外形，以使冲压时受力均匀、易于成形。

冲压工作是在冲床上进行的，应用冷冲压加工可以完成许多不同的工作，这里只介绍常用的几种方法。

（1）冲裁：它常用于零件的下料工作，对板料毛坯作间隔的冲裁或无间隔的冲裁。冲裁过程示意

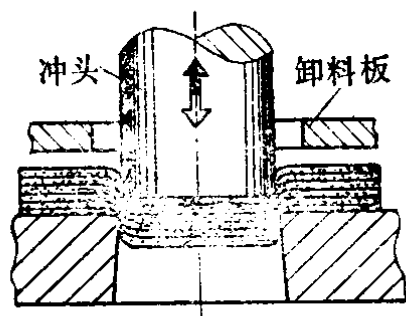


图1-1 冲裁过程示意图